

09. 2. 2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 0 月 3 1 日
Date of Application:

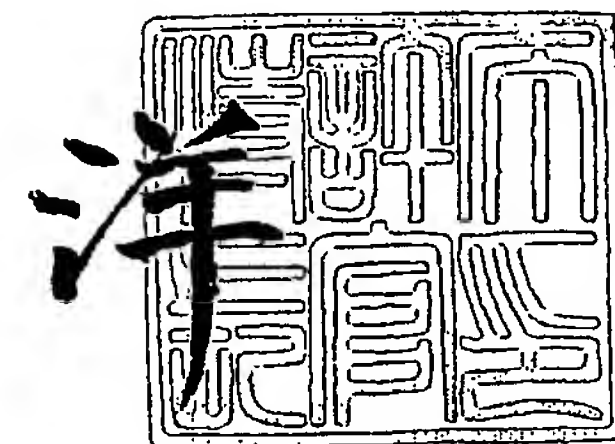
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 7 2 4 7 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 7 2 4 7 8]

出 願 人 松 下 電 器 産 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 5 年 3 月 1 7 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2032450282
【提出日】 平成15年10月31日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G11B 7/00
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 東海林 衛
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 宮下 晴旬
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 小林 勲
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 佐藤 孝広
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100097445
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩橋 文雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103355
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂口 智康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 浩樹
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011305
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

複数のトラックが同心円状あるいはスパイラル状に形成され、前記トラックの記録面に光ビームを照射することにより、マークおよび、マークとマークの間のスペースでユーザデータを記録する情報記録媒体に記録を行う記録方法において、ユーザデータの記録前に複数の記録条件で所定のデータをテスト記録し、再生時の P R M L 誤差指標 M が最小となる記録条件で記録を行うことを特徴とする記録方法。

【請求項 2】

オリジナル信号のマーク部の長さに応じて数が調整された光パルスを用いて記録が行われ、テスト記録により前記光パルス位置を決定することを特徴とする請求項 1 記載の記録方法。

【請求項 3】

テスト記録により、少なくとも最短マークを記録する際の光パルス位置を決定することを特徴とする請求項 2 記載の記録方法。

【請求項 4】

テスト記録により、少なくとも 2 番目に短いマークを記録する際の光パルス位置を決定することを特徴とする請求項 2 記載の記録方法。

【請求項 5】

情報記録媒体に記録されている値をテスト記録の初期値とすることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の記録方法。

【請求項 6】

前記テスト記録の直前に、エッジシフト量もしくはジッタを所定値以下とする第 2 のテスト記録を行うことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の記録方法。

【請求項 7】

第 2 のテスト記録の結果を前記テスト記録の初期値とすることを特徴とする請求項 6 記載の記録方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】記録方法

【技術分野】

【0001】

本発明は記録可能な情報記録媒体への光学情報などの記録方法に関する。

【背景技術】

【0002】

レーザ光を照射して光ディスクにデジタル情報の記録を行う光ディスク装置などにおいては、それぞれ装置や記録媒体に個体差があり、それにより記録された信号の品質が低下する場合がある。このような個体差による信号品質の低下を防ぐために、例えば記録媒体の装着時などにテスト記録を行い、照射パワーあるいは光パルス形状などの最適化を行っている。

【0003】

図10に従来における相変化光ディスク装置の構成を示す。図10において、1001は光ディスク、1002は光ヘッド、1004は再生手段、1006は復調・ECC回路、1008は記録条件決定手段、1009は記録補償回路、1012はレーザ駆動回路、1011は記録パワー設定手段である。

【0004】

記録条件決定手段1008により、記録補償回路1009での記録パルス位置の設定と、記録パワー設定手段1011での記録パワーの設定がなされ、光ディスク1001に対して所定のテスト記録が行われる。

【0005】

記録が終わると、光ヘッド1002の半導体レーザは再生パワーで発光し、さきほど記録を行ったトラックを再生し、再生信号として光ディスク1001上の記録マーク1301（図13参照）の有無により変化する信号1003が再生手段1004に入力される。

【0006】

図11に再生手段1004のブロック図を示す。図11において1101はプリアンプ、1102はイコライザ、1103はローパスフィルタ、1105は2値化回路、1107はPLL（Phase Locked Loop）、1108はエッジ間隔測定回路、1110はジッタ演算回路である。信号1003はプリアンプ1101で増幅され、イコライザ1102、ローパスフィルタ1103で波形等化されて信号1104となる。信号1104は2値化回路1105に入力されて、スライスレベル1302との交点においてパルスを出し、信号1106となる。ここでスライスレベル1302はマークの積分値とスペースの積分値が等しくなるように通常数10KHzの帯域で動作する。2値化回路1105の出力信号1106はPLL1107に入力される。

【0007】

図12にPLL1107のブロック図を示す。図12において1201は位相比較器、1202はローパスフィルタ、1203はVCO、1205はフリップフロップ、1206は分周回路、1207はゲート回路である。

【0008】

2値化回路1105の出力信号1106が位相比較器1201に入力されると、位相比較器1201は入力信号1106とゲート回路1207の出力信号1208との位相差を検出し、2つの入力信号の位相差と周波数差に関係する誤差信号を出力する。誤差信号はローパスフィルタ1202で低周波成分だけが取り出され、VCO1203の制御電圧となる。VCO1203は制御電圧によって決まる周波数でクロック信号1204を発生する。クロック信号1204は分周回路1206で分周され、ゲート回路1207で信号1106に対応した信号のみが出力される。このときVCO1203は2つの入力信号の位相が等しくなるように制御され、結果的に信号1106をその基本周期に同期させた信号1005が出力される。

【0009】

2 値化回路 1105 の出力信号 1106 と、フリップフロップ 1205 の出力信号 1005 はエッジ間隔測定回路 1108 に入力されると、エッジ間隔測定回路 1108 は図 13 に示すように、2 つのパルスのエッジ間隔 t_0 、 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 、 t_5 、 t_6 、 t_7 、 t_8 、 $t_9 \dots$ を測定し、ジッタ演算回路 1110 に出力する。ジッタ演算回路 1110 ではエッジ間隔を積分することにより図 14 (a) のような分布が得られ、例えばこの分布から標準偏差を算出して記録条件決定手段 1008 に出力し、この値に基づいて記録条件決定手段 1008 にて最適な記録条件を探索していた。

【特許文献 1】特開 2000-200418 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら記録データの最短マーク長が非常に短い場合、符号間干渉などによる影響により、図 14 (b) に示すように一部分がウインド幅を越えることがあった。この場合でも正規分布から外れる部分は全体の総数に対して非常少なく、標準偏差は分布の中心部分が支配的であるため、ジッタの増加は小さいものの、実際にはウインド幅を越えてエラーとなっているので、エラー発生確率は増大していた。すなわちエラー発生確率が異なる場合でもジッタが同じになる場合があるため、ジッタのみから正確なエラー発生確率を予測することが困難な場合があった。

【0011】

本発明は上記課題に鑑み、最短マーク長が従来よりも短い場合でも正しい記録を行うための記録方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

この目的を達成するために本発明の記録方法は、複数のトラックが同心円状あるいはスパイラル状に形成され、前記トラックの記録面に光ビームを照射することにより、ユーザデータが記録される情報記録媒体に記録を行う光学情報の記録方法において、ユーザデータの記録前に所定のデータをテスト記録し、PRML 誤差指標 M が小さくなる条件で記録を行う。

【発明の効果】

【0013】

本発明の記録方法により、ユーザデータの記録前にテスト記録を行い、PRML 誤差指標 M が小さくなる条件でユーザデータの記録を行うことにより、最短マーク長が短い場合でも正しい記録を行うことができる。

【0014】

また本発明の記録方法により、ユーザデータの記録前にテスト記録を行い、PRML 誤差指標 M が小さくなる条件でユーザデータの記録を行うことにより、光ディスクのばらつきや光ディスク装置のばらつきを吸収した正しい記録を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の好ましい実施の形態について図面を参照しながら説明する。まず、最尤復号法を用いた場合の再生信号品質の評価方法について述べる。最尤復号法とは一般的に、再生波形の再生パターンを予め推定しておいて、再生波形と推定波形を比較しながら、どのパターンに最も近いかを判定し、復号する方法である。例として記録符号として最小極性反転間隔が 2 の符号を用いる場合について述べる。また、記録系の周波数特性と再生系の周波数特性が合わせて PR (1, 2, 2, 1) 等化となるように波形整形される場合について説明する。

【0016】

記録符号 b_k とし、1 時刻前の記録符号を b_{k-1} と、2 時刻前の記録符号を b_{k-2} と 3 時刻前の記録符号を b_{k-3} とする。PR (1, 2, 2, 1) 等化の理想的な出力値 $Level_v$ とすると、(数 1) で表される。

【0 0 1 7】

【数 1】

$$Level_v = b_{k-3} + 2 b_{k-2} + 2 b_{k-1} + b_k$$

【0 0 1 8】

ここで k は時刻を表す整数、 v は $0 \sim 6$ までの整数
時刻 k での状態を $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$ とすると、(表 1) の状態遷移表が得られる。

【0 0 1 9】

【表 1】

最小反転間隔 2 と $PR(1, 2, 2, 1)$ の制約から定まる状態遷移表

時刻 $k-1$ での状態 $S(b_{k-3}, b_{k-2}, b_{k-1})$	時刻 k での状態 $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$	$B_k / Level_v$
$S(0, 0, 0)$	$S(0, 0, 0)$	$0 / 0$
$S(0, 0, 0)$	$S(0, 0, 1)$	$1 / 1$
$S(0, 0, 1)$	$S(0, 1, 1)$	$1 / 3$
$S(0, 1, 1)$	$S(1, 1, 0)$	$0 / 4$
$S(0, 1, 1)$	$S(1, 1, 1)$	$1 / 5$
$S(1, 0, 0)$	$S(0, 0, 0)$	$0 / 1$
$S(1, 0, 0)$	$S(0, 0, 1)$	$1 / 2$
$S(1, 1, 0)$	$S(1, 0, 0)$	$0 / 3$
$S(1, 1, 1)$	$S(1, 1, 0)$	$0 / 5$
$S(1, 1, 1)$	$S(1, 1, 1)$	$1 / 6$

【0 0 2 0】

簡単のために時刻 k での状態 $S(0, 0, 0)_k$ を $S0_k$ 、状態 $S(0, 0, 1)_k$ を $S1_k$ 、状態 $S(0, 1, 1)_k$ を $S2_k$ 、状態 $S(1, 1, 1)_k$ を $S3_k$ 、状態 $S(1, 1, 0)_k$ を $S4_k$ 、状態 $S(1, 0, 0)_k$ を $S5_k$ とすると図 3 の状態遷移図が得られる。これを時間軸に展開すると図 4 のトレリス図が得られる。時刻 k での状態 $S0_k$ と時刻 $k-4$ の状態 $S2_{k-4}$ に注目して、状態 $S0_k$ と状態 $S2_{k-4}$ 間でとりうる 2 つの状態遷移列を示している。

【0 0 2 1】

1 つのとりうる状態遷移列をパス A とすると、パス A は状態 $S2_{k-4}$ 、 $S4_{k-3}$ 、 $S5_{k-2}$ 、 $S0_{k-1}$ 、 $S0_k$ を遷移し、もう 1 つの状態遷移列をパス B とするとパス B は状態 $S2_{k-4}$ 、 $S3_{k-3}$ 、 $S4_{k-2}$ 、 $S5_{k-1}$ 、 $S0_k$ を遷移する。時刻 $k-6$ から時刻 k までの最尤復号結果を $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k)$ とすると、 $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k) = (0, 1, 1, x, 0, 0, 0)$ となる復号結果 (x は 0 または 1 の値) が得られた場合には、パス A またはパス B の状態遷移が最も確からしいと推定されたこととなる。

【0 0 2 2】

パス A、パス B であっても時刻 $k-4$ における状態 $S2_{k-4}$ の確からしさは同じであるから、パス A とパス B それぞれの時刻 $k-3$ から時刻 k までの再生信号 y_{k-3} から y_k までの値と期待値との差の 2 乗の累積値によってパス A とパス B のどちらかの状態遷移列が確からしいことになる。パス A の時刻 $k-3$ から時刻 k までの再生信号 y_{k-3} から y_k までの値と期待値との差の 2 乗の累積値を P_a とすると P_a は (数 2)、パス B の時刻 $k-3$ から時刻 k までの再生信号 y_{k-3} から y_k までの値と期待値との差の 2 乗の累積値を P_b とすると P_b は (数 3) となる。

【0 0 2 3】

【数 2】

$$P_a = (y_{k-3} - 4)^2 + (y_{k-2} - 3)^2 + (y_{k-1} - 1)^2 + (y_k - 0)^2$$

【0024】

【数 3】

$$P_b = (y_{k-3} - 5)^2 + (y_{k-2} - 5)^2 + (y_{k-1} - 3)^2 + (y_k - 1)^2$$

【0025】

ここで復号結果の信頼性を示す P_a と P_b の差 $P_a - P_b$ の意味について述べる。最尤復号回路は $P_a \ll P_b$ であれば、高い確率でパス A を選択し、 $P_a \gg P_b$ であれば高い確率でパス B を選択する。 $P_a = P_b$ であればパス A、パス B のいずれとも選択する可能性があり、復号結果が正しい確率は 50% である。このようにして所定の時間あるいは所定の回数の復号結果から $P_a - P_b$ を求めると $P_a - P_b$ の分布が得られる。

【0026】

$P_a - P_b$ の分布の模式図を図 5 に示す。図 5 (a) は再生信号にノイズが重畳された場合の $P_a - P_b$ の分布を示している。分布には 2 つのピークがあり、1 つは $P_a = 0$ となる時に頻度が極大となり、もう 1 つは $P_b = 0$ となる時に頻度が極大となる。 $P_a = 0$ となる時の $P_a - P_b$ の値を $-P_{std}$ 、 $P_b = 0$ となる時の $P_a - P_b$ の値を P_{std} とあらわすことにする。

【0027】

$P_a - P_b$ の絶対値をとり、 $|P_a - P_b| - P_{std}$ を求めると図 5 (b) のような分布が得られる。この分布の標準偏差 σ と平均値 P_{ave} を求める。正規分布であるとするし、例えば σ と P_{ave} から (数 4) のように復号結果の信頼性 $|P_a - P_b|$ が $-P_{std}$ 以下となる時誤りとなる時とすると、誤り確率 $P(\sigma, P_{ave})$ を求めることができる。

【0028】

【数 4】

$$P(\sigma, P_{ave}) = \operatorname{erfc}\left(\frac{P_{std} + P_{ave}}{\sigma}\right)$$

【0029】

従って $P_a - P_b$ の分布からもとめた平均値 P_{ave} と標準偏差 σ から最尤復号方式による 2 値化結果の誤り率を予想することができる。つまり平均値 P_{ave} と標準偏差 σ を再生信号品質の指標とすることができる。なお上記の例では $|P_a - P_b|$ の分布が正規分布となることを仮定したが、分布が正規分布でない場合には、 $|P_a - P_b| - P_{std}$ の値が所定の基準値以下になる回数をカウントすることでカウント数によって信号品質の指標とすることも可能である。

【0030】

最小極性反転間隔が 2 であることと PR (1, 2, 2, 1) 等化を用いた状態遷移則の場合、状態が所定の状態から所定状態へ遷移し、このとき 2 つの状態遷移列をとりうるような組み合わせは、例えば時刻 $k-4$ から時刻 k の範囲では 8 パターン存在し、時刻 $k-5$ から時刻 k の範囲では 16 パターン存在するが、ここで重要なのは、信頼性 $P_a - P_b$ を再生信号品質の指標とするため、誤る可能性が大のパターンのみを検出すれば、すべてのパターンを検出しなくても、誤り率と相関のある指標とすることができる。ここで、誤る可能性が大のパターンとは、信頼性 $P_a - P_b$ の値が小のパターンであり、 $P_a - P_b = \pm 10$ の 8 パターンである。この 8 パターンについて、 $P_a - P_b$ についてまとめると (表 2) のようになる。

【0031】

【表 2】

2 つの遷移をとりうる最短の状態遷移の組み合わせ

状態遷移	復号結果の信頼性 $P a - P b$	
	$P a = 0$ のとき	$P b = 0$ のとき
$S 2_{k-4} \rightarrow S 0_k$	- 1 0	+ 1 0
$S 3_{k-4} \rightarrow S 0_k$	- 1 0	+ 1 0
$S 2_{k-4} \rightarrow S 1_k$	- 1 0	+ 1 0
$S 3_{k-4} \rightarrow S 1_k$	- 1 0	+ 1 0
$S 0_{k-4} \rightarrow S 4_k$	- 1 0	+ 1 0
$S 5_{k-4} \rightarrow S 4_k$	- 1 0	+ 1 0
$S 0_{k-4} \rightarrow S 3_k$	- 1 0	+ 1 0
$S 5_{k-4} \rightarrow S 3_k$	- 1 0	+ 1 0

【 0 0 3 2 】

上記 8 通りの復号結果の信頼性 $P a - P b$ をまとめると (数 5) が得られる。

【 0 0 3 3 】

【数 5】

Pattern-1

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 1, 1, x, 0, 0, 0)$ のとき
 $Pa-Pb$

$$= (E_{k-3} - F_{k-3}) + (D_{k-2} - F_{k-2}) + (B_{k-1} - D_{k-1}) + (A_k - B_k)$$

Pattern-2

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 1, 1, x, 0, 0, 0)$ のとき
 $Pa-Pb$

$$= (F_{k-3} - G_{k-3}) + (D_{k-2} - F_{k-2}) + (B_{k-1} - D_{k-1}) + (A_k - B_k)$$

Pattern-3

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 1, 1, x, 0, 0, 1)$ のとき
 $Pa-Pb$

$$= (E_{k-3} - F_{k-3}) + (D_{k-2} - F_{k-2}) + (B_{k-1} - D_{k-1}) + (B_k - C_k)$$

Pattern-4

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 1, 1, x, 0, 0, 1)$ のとき
 $Pa-Pb$

$$= (F_{k-3} - G_{k-3}) + (D_{k-2} - F_{k-2}) + (B_{k-1} - D_{k-1}) + (B_k - C_k)$$

Pattern-5

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 0, 0, x, 1, 1, 0)$ のとき
 $Pa-Pb$

$$= (A_{k-3} - B_{k-3}) + (B_{k-2} - D_{k-2}) + (D_{k-1} - F_{k-1}) + (E_k - F_k)$$

Pattern-6

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 0, 0, x, 1, 1, 0)$ のとき
 $Pa-Pb$

$$= (B_{k-3} - C_{k-3}) + (B_{k-2} - D_{k-2}) + (D_{k-1} - F_{k-1}) + (E_k - F_k)$$

Pattern-7

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (0, 0, 0, x, 1, 1, 1)$ のとき
 $Pa-Pb$

$$= (A_{k-3} - B_{k-3}) + (B_{k-2} - D_{k-2}) + (D_{k-1} - F_{k-1}) + (F_k - G_k)$$

Pattern-8

$(c_{k-6}, c_{k-5}, c_{k-4}, c_{k-3}, c_{k-2}, c_{k-1}, c_k) = (1, 0, 0, x, 1, 1, 1)$ のとき
 $Pa-Pb$

$$= (B_{k-3} - C_{k-3}) + (B_{k-2} - D_{k-2}) + (D_{k-1} - F_{k-1}) + (F_k - G_k)$$

【0034】

ここで $A_k = (y_k - 0)^2$, $B_k = (y_k - 1)^2$, $C_k = (y_k - 2)^2$, $D_k = (y_k - 3)^2$, $E_k = (y_k - 4)^2$, $F_k = (y_k - 5)^2$, $G_k = (y_k - 6)^2$ とする。最尤復号結果 c_k から (数5) を満たす $P_a - P_b$ を求め、その分布から標準偏差 σ_{10} と平均値 P_{ave10} を求める。正規分布であると仮定するとそれぞれ誤りを起こす確率 P_{10} は (数6) となる。

【0035】

【数6】

$$P_{10}(\sigma_{10}, P_{ave10}) = \text{erfc}\left(\frac{10 + P_{ave10}}{\sigma_{10}}\right)$$

【0036】

この8パターンは、1ビットシフトエラーを起こすパターンで、他のパターンは、2ビット以上のシフトエラーを起こすパターンである。PRML処理後のエラーパターンを分析すると、ほとんどが1ビットシフトエラーであるため、(数6) を求めることで再生信号の誤り率が推定でき、標準偏差 σ_{10} 、平均値 P_{ave10} を再生信号の品質を示す指標として用いることができる。例えば、上記の指標をPRML誤差指標Mとして、(数7) のように定義することができる。

【0037】

【数7】

$$M = \frac{\sigma_{10}}{2 \cdot d_{\min}^2} [\%]$$

【0038】

但し、 d_{\min}^2 は、ユークリッド距離の最小値の2乗であり、本実施例の変調符号とPRML方式の組み合わせでは、10となる。また、(数6) における平均値 P_{ave10} は0と仮定する。

【0039】

なお本実施の形態ではPRML誤差指標Mを用いているが、 $P_a - P_b$ を基にした指標であればこれに限らず他の指標でも良い。

【0040】

以下本発明の実施の形態における光ディスク装置について、図面を参照しながら説明する。図1に本発明の実施の形態における光ディスク装置の構成を示す。図1において、101は光ディスク、102は光ヘッド、104は再生手段、106は復調・ECC回路、108は記録条件決定手段、109は記録補償回路、111は記録パワー設定手段、112はレーザ駆動回路である。

【0041】

図6に本実施の形態における光ディスク101のトラック構成図を示す。光ディスク101は溝状のグルーブトラック601に記録領域を有し、前記グルーブトラックが連続スパイラル状につながった光ディスクである。

【0042】

光ディスク101が光ディスク装置に装着され、ディスクタイプの識別や回転制御等の所定動作の終了後、光ヘッド102は最適記録パワーを設定するための領域に移動する。

【0043】

なお前記領域は、ディスクの最内周もしくは最外周に設けられた、ユーザがデータを記録するユーザ領域以外の記録領域とする。以下で記録時の光波形を決定する際の動作について説明する。

【0044】

図7に本実施の形態において記録時に光ヘッド102から出力される光波形を示す。なお本実施の形態では、Run Length Limited (1, 7) 変調方式のデー

タをマークエッジ記録方式で記録するものとする。この場合、最短の2Tから最長の8Tまでの基準周期であるT毎に7種類のマークおよびスペースが存在する。なお記録方式はこれに限らず他の記録方式でも良い。

【0045】

光波形を決定するパラメータには大きく、記録パワーとパルス位置がある。記録パワーとしては、ピークパワー(P_w)、バイアスパワー(P_e)、ボトムパワー(P_{bw})がある。パルス位置としては、T_{top}、dT_{top}、T_{mp}、dT_eがある。ここで幅T_{mp}のパルスの立ち上がり位置、および先頭のパルスのdT_{top}の起点はオリジナル信号との相対関係を規定する基準位置である。

【0046】

図7に示すように、オリジナル信号のマーク部の長さに応じて数が調整され、2Tマークの記録は1つのパルスで行い、3Tマークの記録は2つのパルスで行い、以下マーク長がT長くなる後とにパルスが1つずつ増えるものとする。

【0047】

本実施の形態ではピークパワー(P_w)、バイアスパワー(P_e)、ボトムパワー(P_{bw})は全マーク共通であり、T_{mp}は全マーク共通であり、T_{top}、dT_{top}、dT_eは2T、3T、4T以上の分類で設定できるものとするが、分類方法はこれに限らなくても良い。また光波形を決定するパラメータも本実施の形態に限らなくても良い。

【0048】

記録時には、まず記録パワー設定手段111により、ピークパワー、バイアスパワー、ボトムパワーの初期値がレーザ駆動回路112に設定される。このときの初期値は光ディスク101に記載されていても良いし、別途最適な記録パワーを求めておいても良い。

【0049】

以下で説明するパルス位置の最適化を行う際に、予め最適な記録パワーを求めておくことにより、光ディスク101に記載された記録パワーを使用する場合に比べて、光ディスクや光ディスク装置のばらつきを吸収して、S/N比の確保できた良好な記録を行うことができる。

【0050】

続いて記録補償回路108から、所定の位置よりグルーブトラック1周を連続して記録するための信号110がレーザ駆動回路112に送られる。このとき例えば3Tマーク、2Tマークについて最適なパルス位置を決定するため、図8に示すように1周でA、B、C、Dの4条件でパルス位置を変えて記録する。なお1周にかけて4条件を複数回繰り返すことにより、光ディスク101の周方向のチルトばらつきやディスクに付いた傷、汚れの影響を低減することができる。また条件Aは初期値であり、光ディスク101に記載されていても良いし、別途求めておいても良い。

【0051】

なお光ディスク101に記載されている場合として、例えば溝形状を変化させることによって予め記録されている、同一条件で作成されたディスクに共通する情報を再生しても良いし、前回同じ光ディスク101に記録するに当たってパルス位置を最適化したときの結果が所定の領域に記録されている場合に前記結果を再生しても良い。両方の情報がある場合には、ディスクばらつきを吸収した前回の結果を使用する方が望ましい。

【0052】

なお本実施の形態では3Tマーク、2Tマークについて最適なパルス位置を決定しているが、最適パルス位置の決定は2Tマークだけでも良い。2Tマークは出現頻度が最も高いので2Tマークのパルス位置を最適化することにより、従来よりも正しい記録が実現できるとともに、最適パルス位置の決定に要する時間を短縮することができる。

【0053】

なお本実施の形態では3Tマーク、2Tマークについて最適なパルス位置を決定しているが、4Tマークについてもパルス位置の最適化を行っても良い。4Tマークの最適なパルス位置を決定することにより、より正しい記録を行うことができる。同様に最適パルス

位置の決定に要する時間に余裕があるのであれば全てのマークについて最適なパルス位置の決定を行っても構わない。

【0054】

なお1周で4条件を記録する代わりに、1周で1条件の記録でも良く、また1回の記録が1周以上であっても構わない。サンプル数を多くすることにより最適化の精度を向上させることができる。

【0055】

図9にパルス位置の変更方法を示す。図9(a)は3Tマークを記録するときのパルス位置の変更方法であり、図9(b)は2Tマークを記録するときのパルス位置の変更方法である。この際、3Tマークのパルス位置を変更するときは3Tマーク以外のマークのパルス位置を変更せず、同様に2Tマークのパルス位置を変更するときは2Tマーク以外のマークのパルス位置を変更しない。記録するデータはランダムパターンでも良いし、特定のパターンに固定しても良い。またパルス位置の変更ステップはウインド幅の1%~7%程度が望ましい。

【0056】

PRML誤差指標Mを小さくするための方法の一つは2Tマークと3Tマークの識別を正しく行うことであり、本実施の形態のように2Tマーク、3Tマークのどちらか一方もしくは両方のパルス位置を最適化することにより、より正しい記録を行うことができる。

【0057】

なお本実施の形態では3Tマークのパルス位置は4通りを1回で変更し、2Tマークのパルス位置は7通りを2回に分けて変更しているが、変更方法はこれに限らなくとも良い。また本実施の形態ではTtopとdTtopを同時に変更しているが、変更手順はこれに限らなくとも良い。

【0058】

なお本実施の形態において3Tマークを4通りのパルス位置により記録しているが、初期条件を除く3通りはいずれも3Tマークが長く記録される方向である。出現頻度の高い2Tマークの識別をより確実に行うために、3Tマークは長くなる方向で最適位置が見つかる確率が高い。

【0059】

また本実施の形態において2Tマークを7通りのパルス位置により記録しているが、2T信号は光ディスクと光ディスク装置のばらつきによりS/N比が大きく変わるので、一定の方向のみの探索を行わない。なお図9(b)において、右上の条件と、左下の条件は初期状態と比較してマーク長が大きく変わる危険性があるので、本実施の形態では探索を行っていない。

【0060】

なお本実施の形態における2Tマークと3Tマークを記録する際のパルス変更条件は、初期条件が、本実施の形態と同様の方法で決定されているか、もしくは従来例に記載した方法と同様にジッタが小さくなる方法で決定されている場合に有効であり、初期条件と最適条件が近いという根拠がない場合には、本実施の形態と異なるパルス変更条件にしても良い。

【0061】

記録補償回路108からランダムパターンを1周分記録するための信号がレーザ駆動回路112に送られると、レーザ駆動回路112から、記録するマークの長さに応じて整形されたパルス列信号113が光ヘッド102に送られ、光ヘッド102により信号が記録される。このとき光ヘッド102の構成要素である半導体レーザの出力光は光ディスク101上に光スポットとして集光され、発光波形に応じた記録マークが形成される。

【0062】

なお前記記録の前に、同領域をバイアスパワーのみで記録しても良い。バイアスパワーのみで記録することにより、以前に記録されていた信号が消去されるので、元の信号が前記記録に与える影響を低減することができる。

【0063】

なお本実施の形態の光ヘッド102のレーザ光の波長は405nm程度であり、対物レンズのNA (Numerical Aperture) は0.85程度である。また最短マーク長は0.16ミクロン程度である。

【0064】

記録が終わると、光ヘッド102の半導体レーザは再生パワーで発光し、さきほど記録を行ったトラックを再生し、再生信号として光ディスク101上の記録マークの有無により変化する信号103が再生手段104に入力される。

【0065】

図2に再生手段104のブロック図を示す。図2において201はプリアンプ、202はハイパスフィルタ、203はAGC回路、204は波形等化器、205はA/D変換器、206はデジタルフィルタ、207はビタビ復号器、208は差分メトリック解析器である。信号103はプリアンプ201によって増幅され、ハイパスフィルタ202でACカップリングされたのちAGC203に入力される。AGC203では後段の波形等化器204の出力が一定振幅となるようゲインが調整される。

【0066】

AGC203から出力された再生信号は波形等化器204によって波形整形される。波形整形された再生信号はA/D変換器205に入力される。A/D変換器205はクロック209で再生信号をサンプリングする。ここでクロック209は再生信号を図示しないPLLに入力することにより抽出する。A/D変換器205でサンプリングされた再生信号は、デジタルフィルタ206に入力される。デジタルフィルタ206は記録再生系の周波数特性がビタビ復号器207の想定する特性（本実施の形態ではPR(1, 2, 2, 1)等化特性）となるような周波数特性を有する。

【0067】

デジタルフィルタ206の出力データによりビタビ復号器207は最尤復号を行い、2値化データ106を出力する。デジタルフィルタ206から出力されたデータと、ビタビ復号器207から出力された2値化データを差分メトリック解析器208に入力される。差分メトリック解析器208は、ビタビ復号器207の2値化データから状態遷移を判別し、判別結果と、デジタルフィルタ206から出力されたデータから復号結果の信頼性を示すPRML誤差指標M（(数7)参照）を算出し、出力結果107が記録条件決定手段に送られる。このときA、B、C、Dの条件毎に平均したMの値が得られるが、最もPRML誤差指標Mが小さい条件を以降の3Tのパルス位置条件と決定する。

【0068】

なおPRML誤差指標Mの値が一致もしくは同程度のときにはA、B、C、Dの順に優先順位をつけるものとする。本実施の形態における光波形構成のパラメータにおいては、一般にdT_eの変更の方がT_{top}とdT_{top}の変更よりも、1ステップの変更に対する記録マーク形状の変動が小さい。初期条件を最優先し、続いて記録マーク形状の変動が小さい条件を優先させることにより、初期条件を決めた条件と、本実施の形態のパルス位置変更条件が両立する条件に決定することができ、本実施の形態の様な回路構成を持たない再生装置における再生安定性を向上することができる。

【0069】

例えば初期条件が所定のジッタ以下となるように決められている場合には、本実施の形態の様な優先順位を設けることにより、ジッタとPRML誤差指標Mが共に良好なパルス位置に決定することができる。前述のように、クロック209はPLLから出力されており、ジッタはPLLの安定動作の指標であることから、ジッタとPRML誤差指標Mが共に良好である条件を求めることにより、より正しい記録再生を行うことができる。

【0070】

また初期条件が、図11に示すような回路構成によりエッジ間隔測定回路1108の出力信号が小さくなるような記録条件に決定されていれば、本実施の形態の様な優先順位を設けることにより、エッジシフトが小さく、かつPRML誤差指標Mが良好なパルス位置

に決定することができる。

【0071】

次に2Tのパルス位置条件を図9に示すA、B、C、Dの条件で記録再生を行い、PRML誤差指標Mが最も小さい条件を仮決定する。続いて2Tのパルス位置条件を図9に示すA、B'、C'、D'の条件で記録再生を行い、PRML誤差指標Mが最も小さい条件を仮決定し、2Tパルス位置条件の1回目と2回目の結果の小さい方を以降の2Tのパルス位置条件と決定する。この際1回目と2回目で初期条件AにおけるPRML誤差指標Mが異なるときには、初期条件Aのどちらかの結果で正規化して比較しても良い。なお2Tのパルス位置条件を決定するための記録を行う際には、直前の3Tのパルス位置決定条件が反映されているものとする。

【0072】

またPRML誤差指標Mの値が一致もしくは同程度のときには、A、B'、B、D'、C'、D、CもしくはA、B、B'、D、C、D'、C'の順に優先順位をつけるものとする。本実施の形態における光波形構成のパラメータにおいては、一般にdTeの変更の方がTtopとdTtopの変更よりも、1ステップの変更に対する記録マーク形状の変動が小さい。初期条件を最優先し、続いて記録マーク形状の変動が小さい条件を優先させることにより、初期条件を決めた条件と、本実施の形態のパルス位置変更条件が両立する条件に決定することができ、本実施の形態の様な回路構成を持たない再生装置における再生安定性を向上することができる。

【0073】

以上の様に、本実施の形態の光学情報の記録方法により、ユーザデータの記録前にテスト記録を行い、PRML誤差指標Mが小さくなる条件でユーザデータの記録を行うことにより、最短マーク長が短い場合でも正しい記録を行うことができる。

【0074】

なお本実施の形態では2T、3Tともに初期条件から1ステップ異なるパルス位置までしか探索せず、パルス位置の移動に制限を設けているが、これにより例えば初期条件が所定のジッタ以下となるように決められている場合には、本実施の形態の様な優先順位を設けることにより、ジッタ劣化が小さく、かつPRML誤差指標Mが良好なパルス位置に決定することができる。

【0075】

また初期条件が、図11に示すような回路構成によりエッジ間隔測定回路1108の出力信号が小さくなるような記録条件に決定されていれば、本実施の形態の様な優先順位を設けることにより、エッジシフトが小さく、かつPRML誤差指標Mが良好なパルス位置に決定することができる。

【0076】

なお本実施の形態では2T、3Tともに初期条件から1ステップ異なるパルス位置までしか探索していないが、探索のステップを繰り返し行うことにより2ステップ以上異なるパルス位置を探索しても良い。なおこのときにはあるステップで決定したパルス位置を次のステップでの初期値とする。

【0077】

なお本実施の形態ではパルス位置条件を決定しているが、ピークパワー、バイアスパワー、ボトムパワー等の照射パワー条件をテスト記録により決定しても良い。

【0078】

なおパルス位置の初期値をディスク記載値とする場合には、本実施の形態の様なパルス位置の最適化を行うことにより、光ディスクや光ディスク装置のばらつきを吸収することができるので、光ディスクや光ディスク装置の設計の自由度を高めることができる。

【0079】

なお本実施の形態ではPRML誤差指標Mの大きさ、すなわち(数5)における8個のパターンから算出された、(数6)における標準偏差 σ_{10} を基準にしてパルス位置条件を決定しているが、8個のパターンを4個づつに分け、各々の標準偏差からパルス位置最

適条件を決定しても良い。すなわち、(数5)におけるcの値が1のときをマークとする
と、Pattern-1、Pattern-2、Pattern-3、Pattern-4はマーク終端エッジに関するものであり、Pattern-5、Pattern-6、
Pattern-7、Pattern-8はマーク始端エッジに関するものである。これ
により始端エッジと終端エッジを区別して、標準偏差が大きい方のエッジを優先的に最適
化しても良い。更には8個のパターンの内で標準偏差が大きいパターンのエッジを優先的
に最適化しても良い。

【0080】

例えばPattern-3における標準偏差が所定値よりも大きいときには、2Tマー
ク、3Tスペースと続く場合と、3Tマーク、2Tスペースと続く場合の区別が明確でな
いことを示しており、2Tマークの終端エッジの立下り位置を早くする、もしくは3Tマ
ークの終端エッジの立下り位置を遅くして再度記録を行い、標準偏差が小さい方に決定す
れば良い。ここでマークとスペースの組み合わせでエッジ位置を決定できる場合には、2
Tマーク、3Tスペースと続く組み合わせにおける2Tマークの終端エッジの立下り位置
を早くする、もしくは3Tマーク、2Tスペースの組み合わせにおける3Tマークの終端
エッジの立下り位置を遅くしても良い。これにより、より精度良くエッジ位置を最適化す
ることができる。

【0081】

同様に、例えばPattern-5における標準偏差が所定値よりも大きいときには、
3T以上のスペース、3Tマークと続く場合と、4T以上のスペース、2Tマークと続く
場合の区別が明確でないことを示しており、3Tマークの始端エッジの立ち上がり位置を
早くする、もしくは2Tマークの始端エッジの立ち上がり位置を遅くして再度記録を行い
、標準偏差が小さい方に決定すれば良い。このときも、マークとスペースの組み合わせで
エッジ位置を決定できる場合には、3T以上のスペース、3Tマークの組み合わせにおけ
る3Tマークの始端エッジの立ち上がり位置を早くする、もしくは4T以上のスペース、
2Tマークの組み合わせにおける2Tマークの始端エッジの立ち上がり位置を遅くしても
良い。これにより、より精度良くエッジ位置を最適化することができる。

【0082】

なお本実施の形態では、記録符号として最小極性反転間隔が2である符号を用いて、P
R(1, 2, 2, 1)等化を行う場合について説明したが、本発明はこれに限定されない
。例えば、記録符号が(1, 7)変調符号のような最小極性反転間隔が2の場合では上記
実施例が適用でき、DVDに使用されている8-16変調符号のような最小極性反転間隔
が3である場合ではPR(1, 2, 2, 1)等化により時刻kにおいては6つの状態が存
在し、時刻k+1の6つの状態へとり得る状態遷移を8通りに制限される状態遷移則を用
いることにより本発明は実施可能である。

【0083】

従って、最小極性反転間隔が3である符号とPR(C0, C1, C1, C0)等化の組
み合わせを用いた場合や、最小極性反転間隔が2または3である符号とPR(C0, C1
, C0)等化の組み合わせを用いた場合や、最小極性反転間隔が2または3である符号と
PR(C0, C1, C2, C1, C0)等化の組み合わせを用いた場合においても適用で
きる。ここでC0、C1、C2は任意の正の数である。

【産業上の利用可能性】

【0084】

本発明の光学情報の記録方法は、光ディスクへの高密度記録を行う際に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図1】 本発明の実施の形態における光ディスク装置のブロック図

【図2】 本発明の実施の形態における再生手段のブロック図

【図3】 本発明の実施の形態における状態遷移図

【図4】 本発明の実施の形態におけるトレリス図

- 【図 5】 復号結果の信頼性を示す P a - P b の分布図
- 【図 6】 本発明の実施の形態における光ディスクの平面図
- 【図 7】 本発明の実施の形態における光パルス波形の説明図
- 【図 8】 本発明の実施の形態における記録方式の説明図
- 【図 9】 本発明の実施の形態における記録方式の説明図
- 【図 1 0】 従来例における光ディスク装置のブロック図
- 【図 1 1】 従来例における再生手段のブロック図
- 【図 1 2】 従来例における P L L 回路のブロック図
- 【図 1 3】 従来例における信号の説明図
- 【図 1 4】 従来例におけるエッジ間隔の分布図

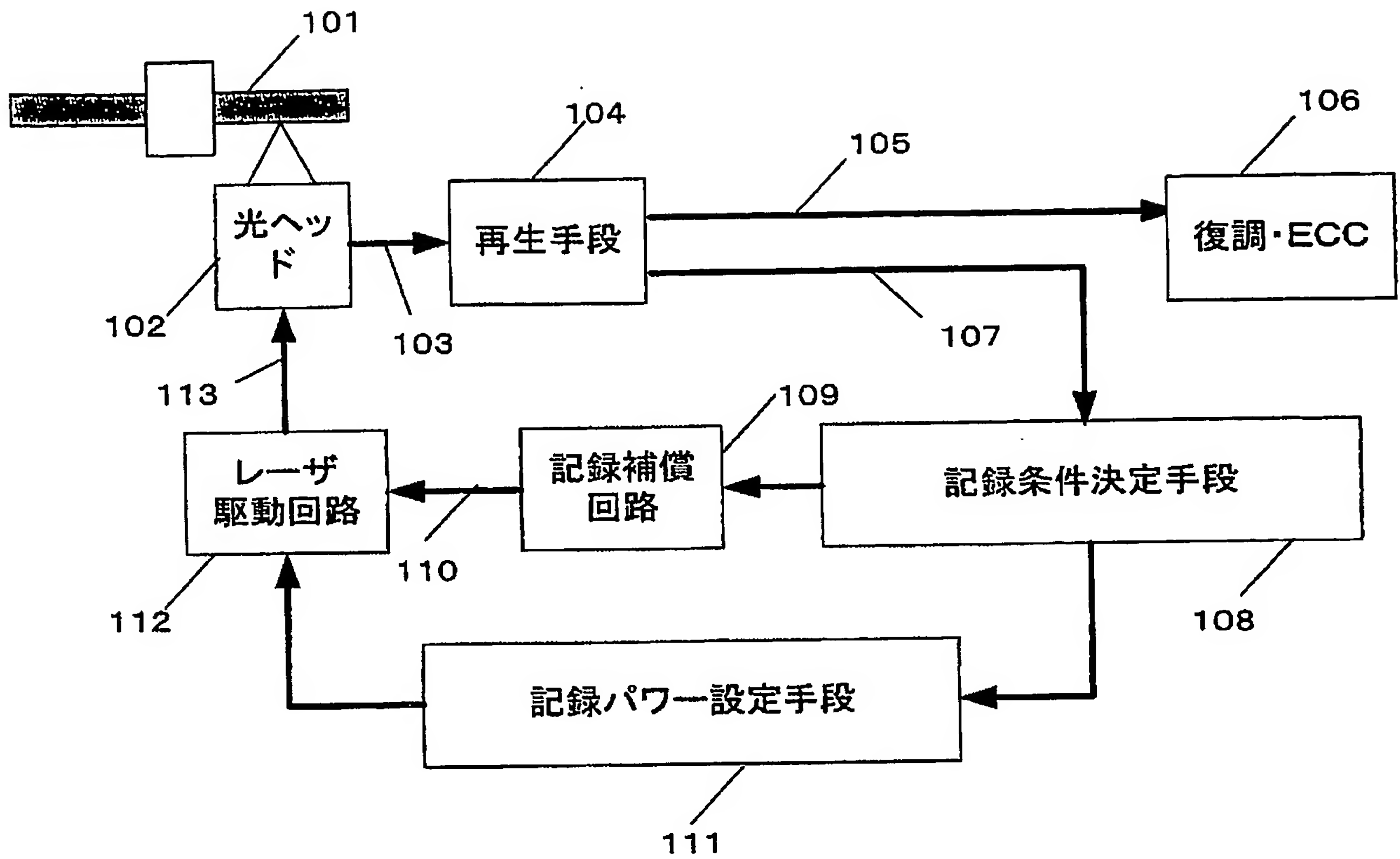
【符号の説明】

【 0 0 8 6 】

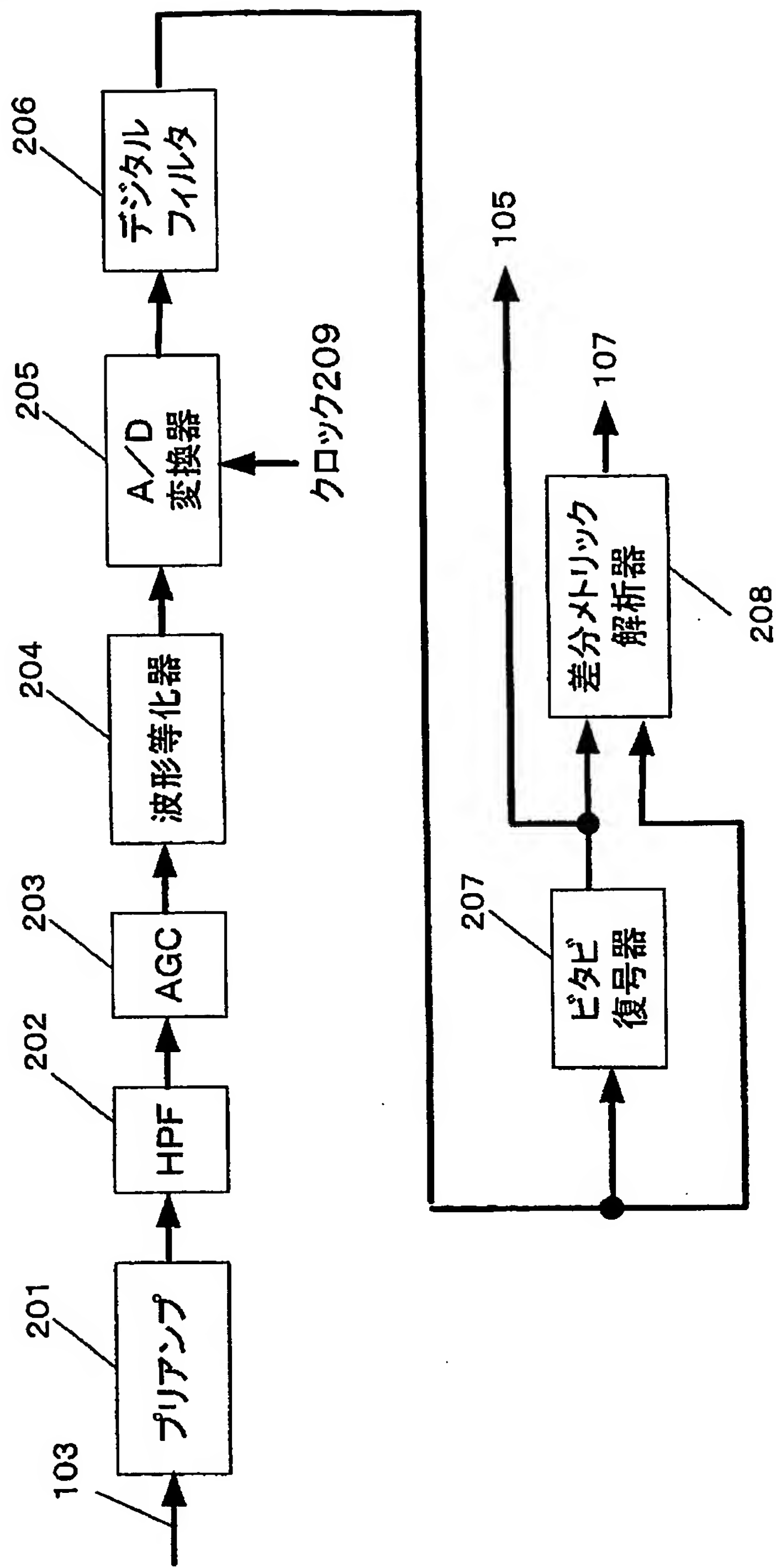
- 1 0 1 光ディスク
- 1 0 2 光ヘッド
- 1 0 4 再生手段
- 1 0 6 復調・E C C 回路
- 1 0 8 記録条件決定手段
- 1 0 9 記録補償回路
- 1 1 0 レーザ駆動回路
- 1 1 1 記録パワー設定手段
- 2 0 1 プリアンプ
- 2 0 2 ハイパスフィルタ (H P F)
- 2 0 3 A G C 回路 (A G C)
- 2 0 4 波形等化器
- 2 0 5 A / D 変換器
- 2 0 6 デジタルフィルタ
- 2 0 7 ビタビ復号器
- 2 0 8 差分メトリック解析器
- 2 0 9 クロック

【書類名】 図面

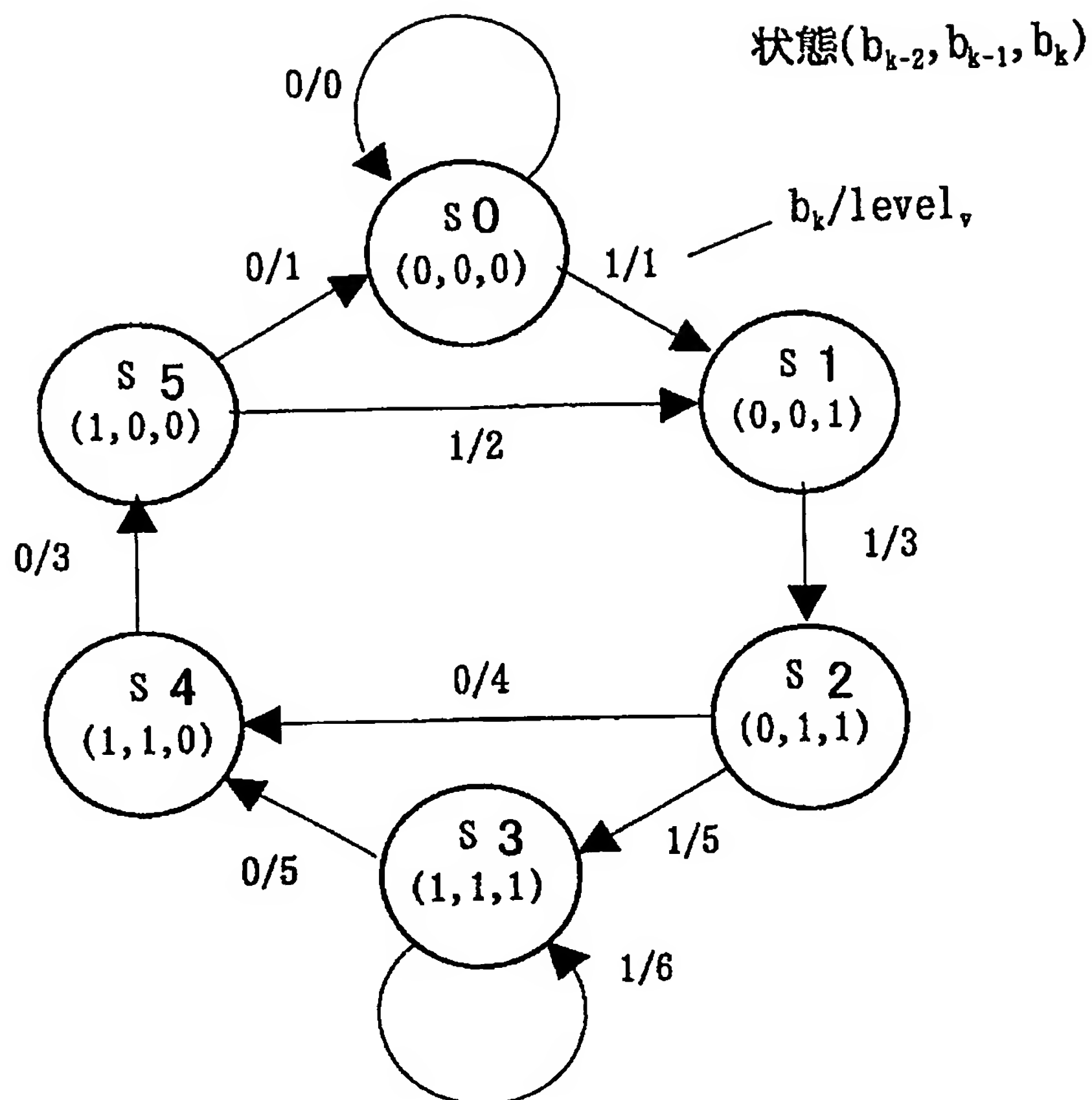
【図 1】



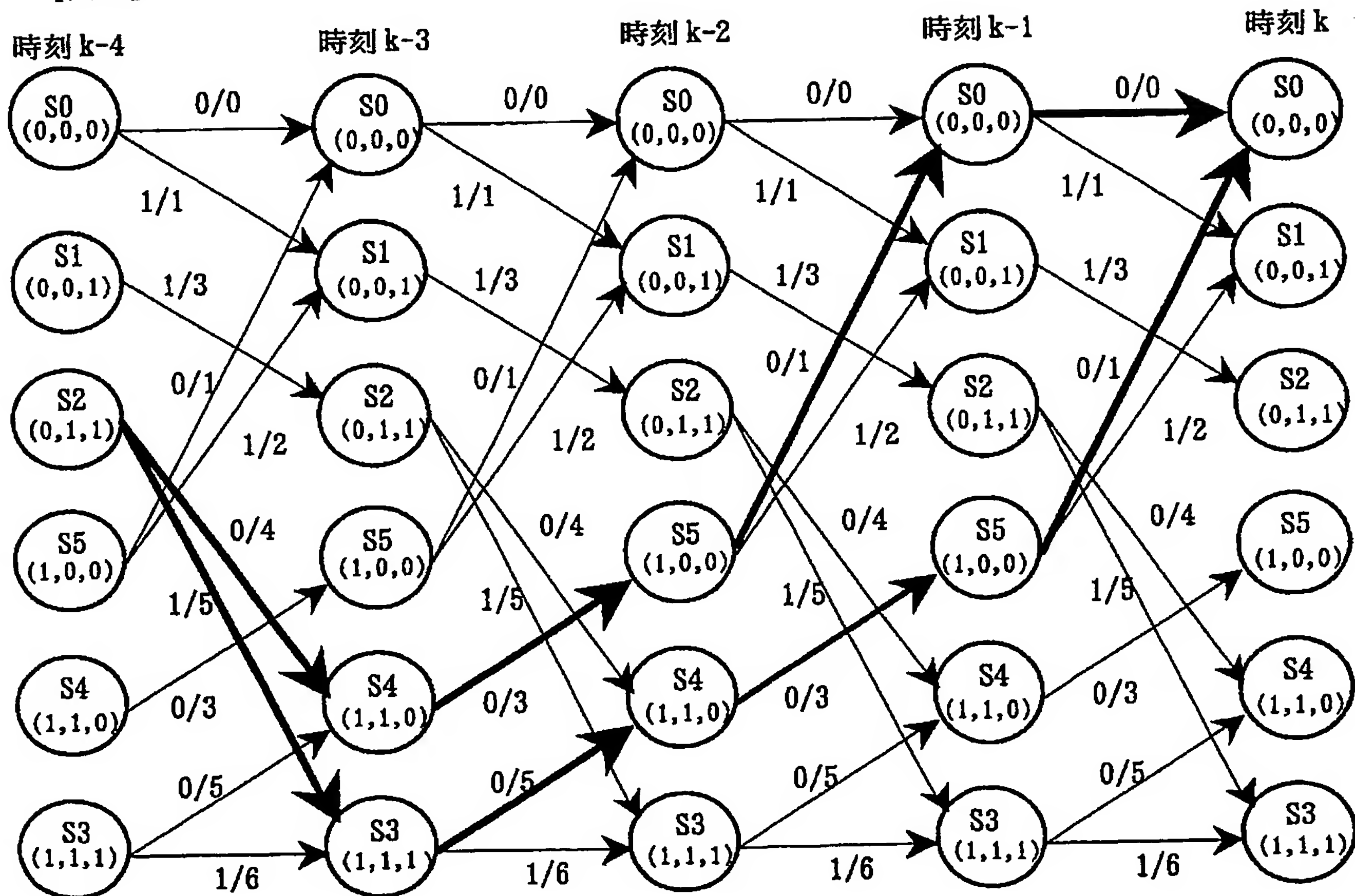
【図 2】



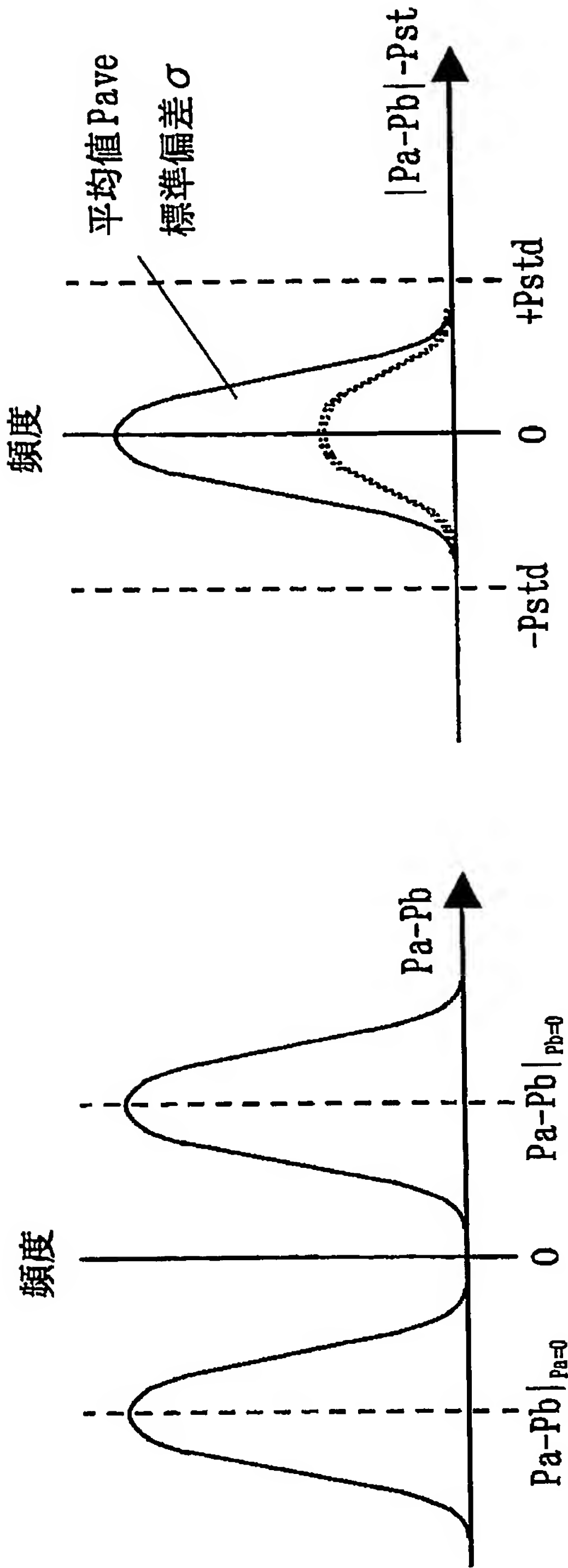
【図 3】



【図 4】



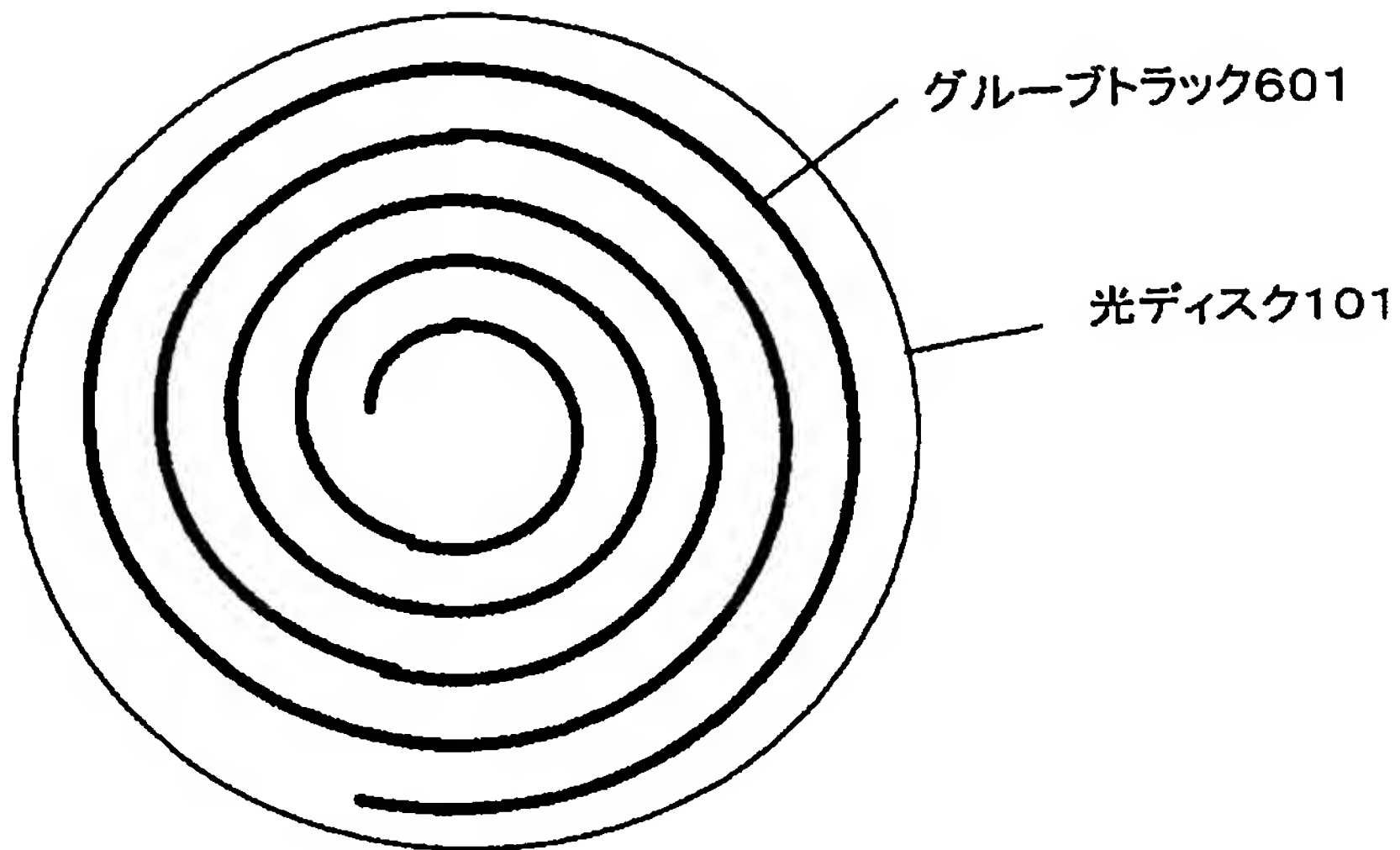
【図 5】



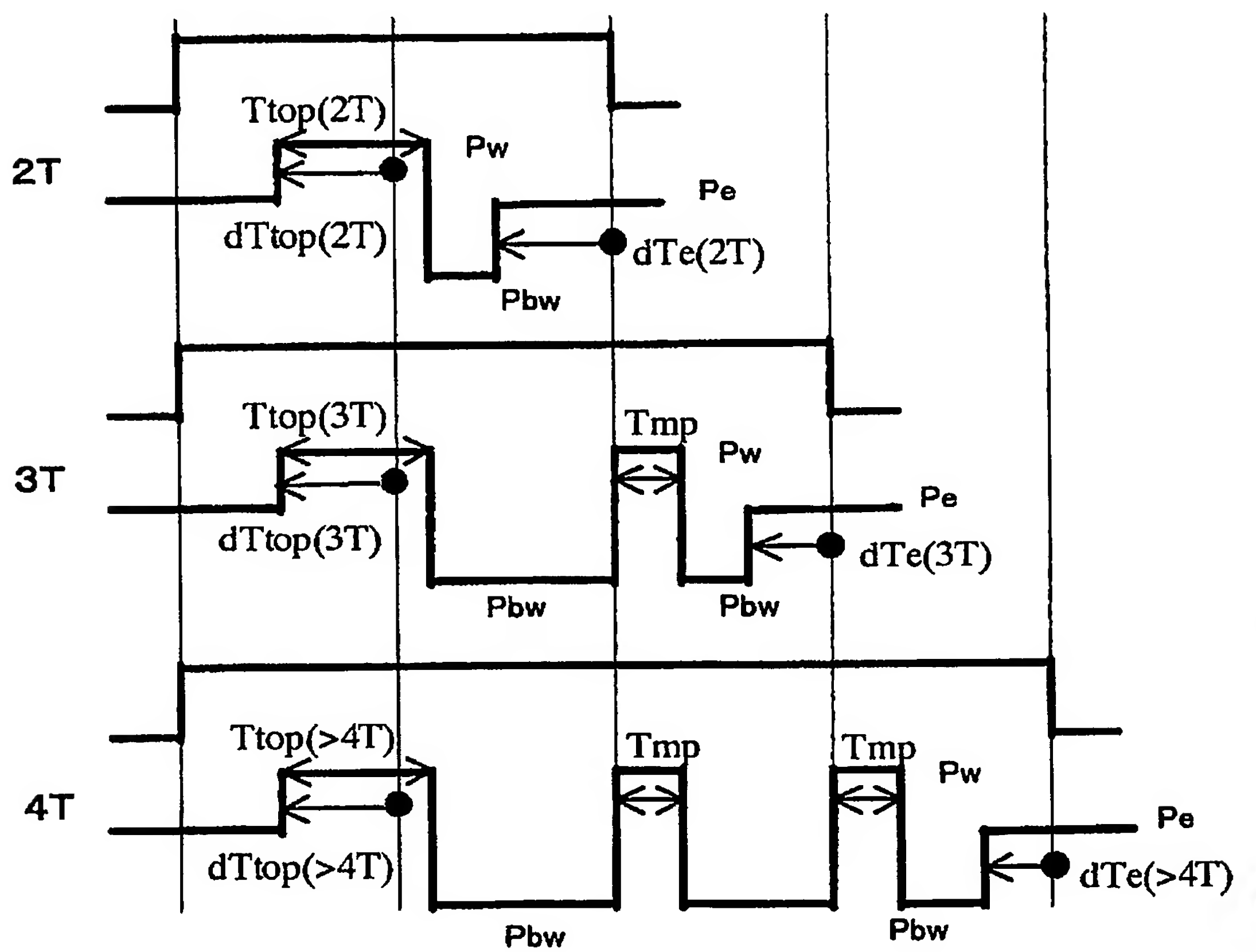
(a) $P_a - P_b$ の分布の様子

(b) $|P_a - P_b| - P_{std}$ の分布の様子

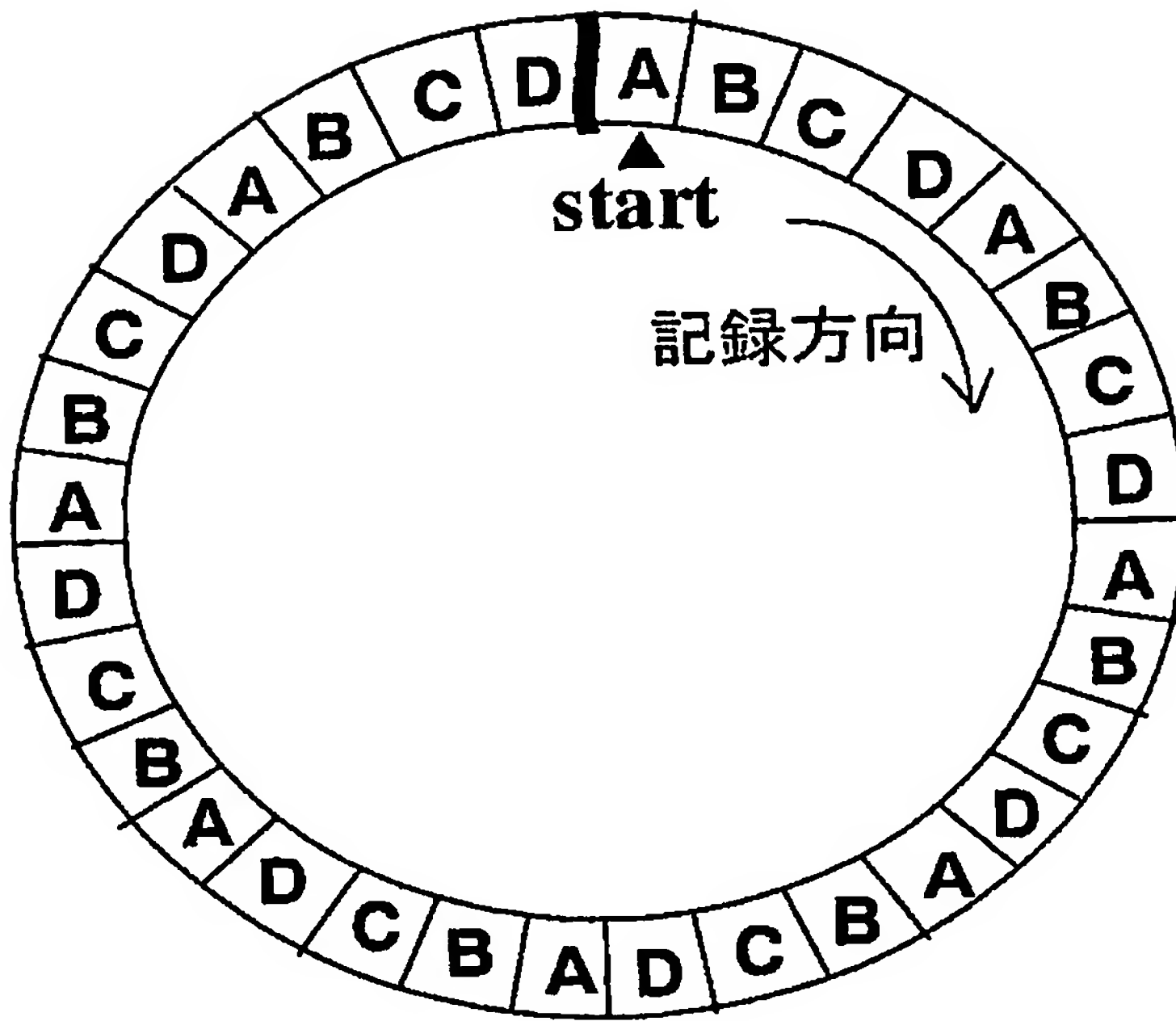
【図 6】



【図 7】

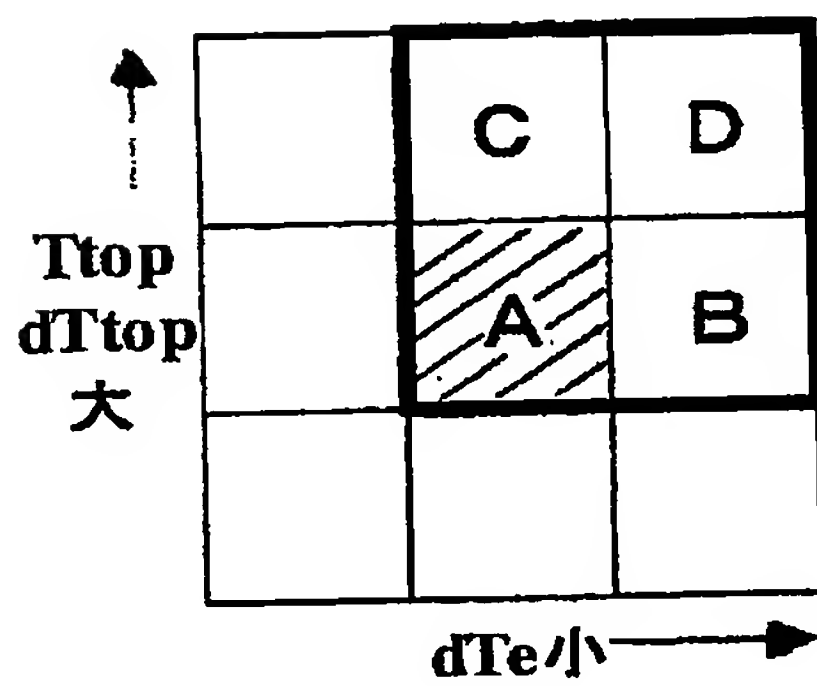


【図 8】

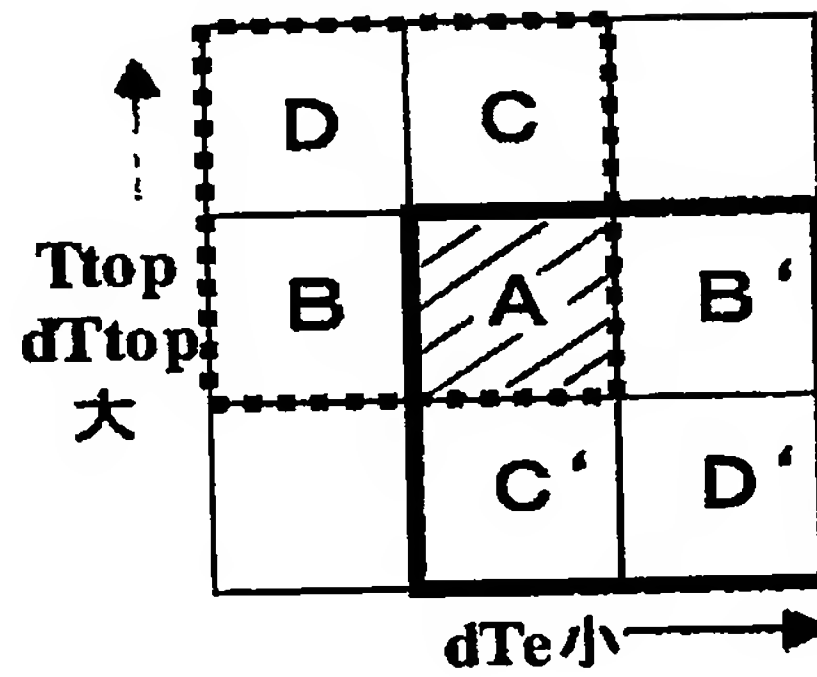


【図 9】

(a) 3T



(b) 2T



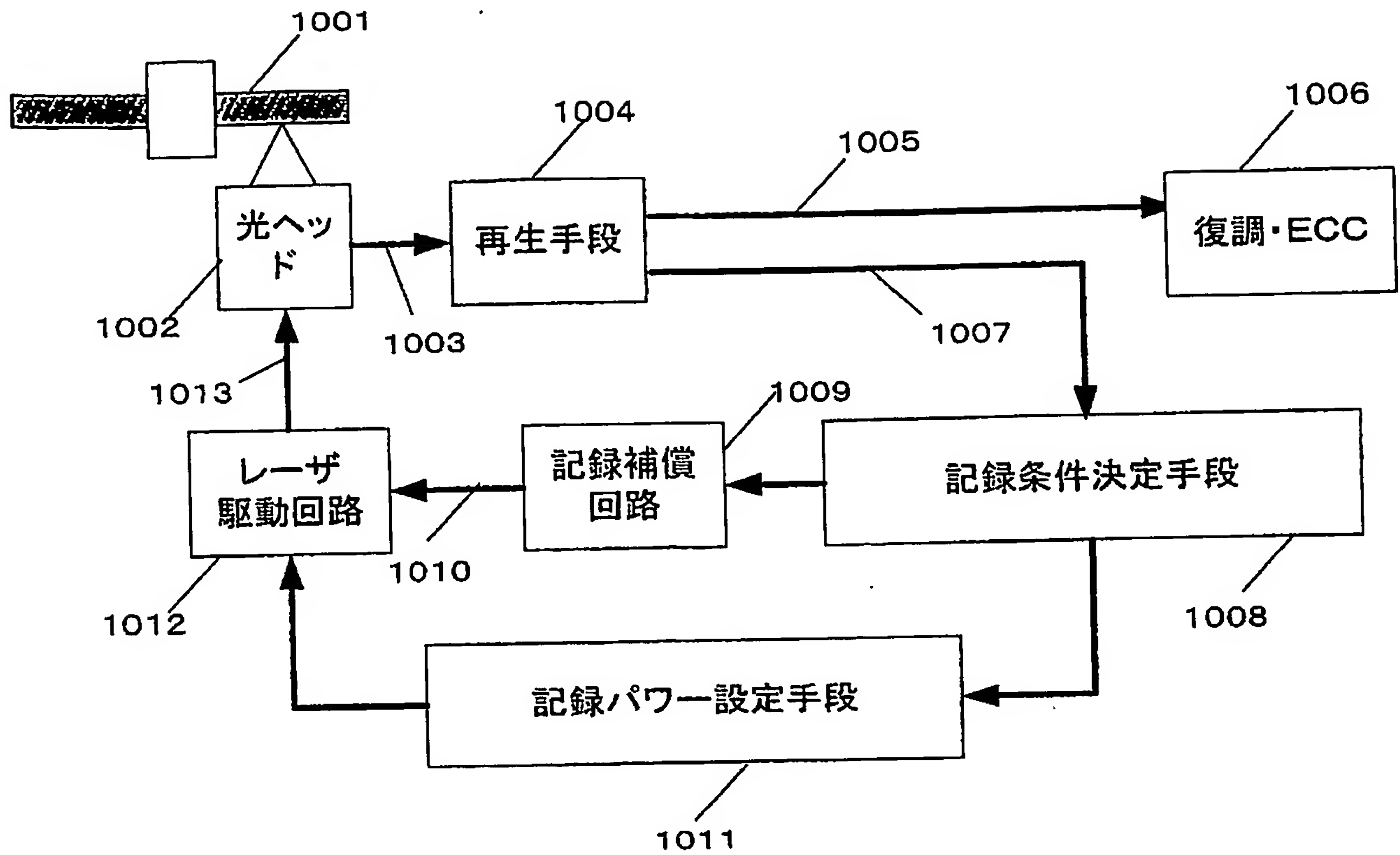
/// 初期値

3T

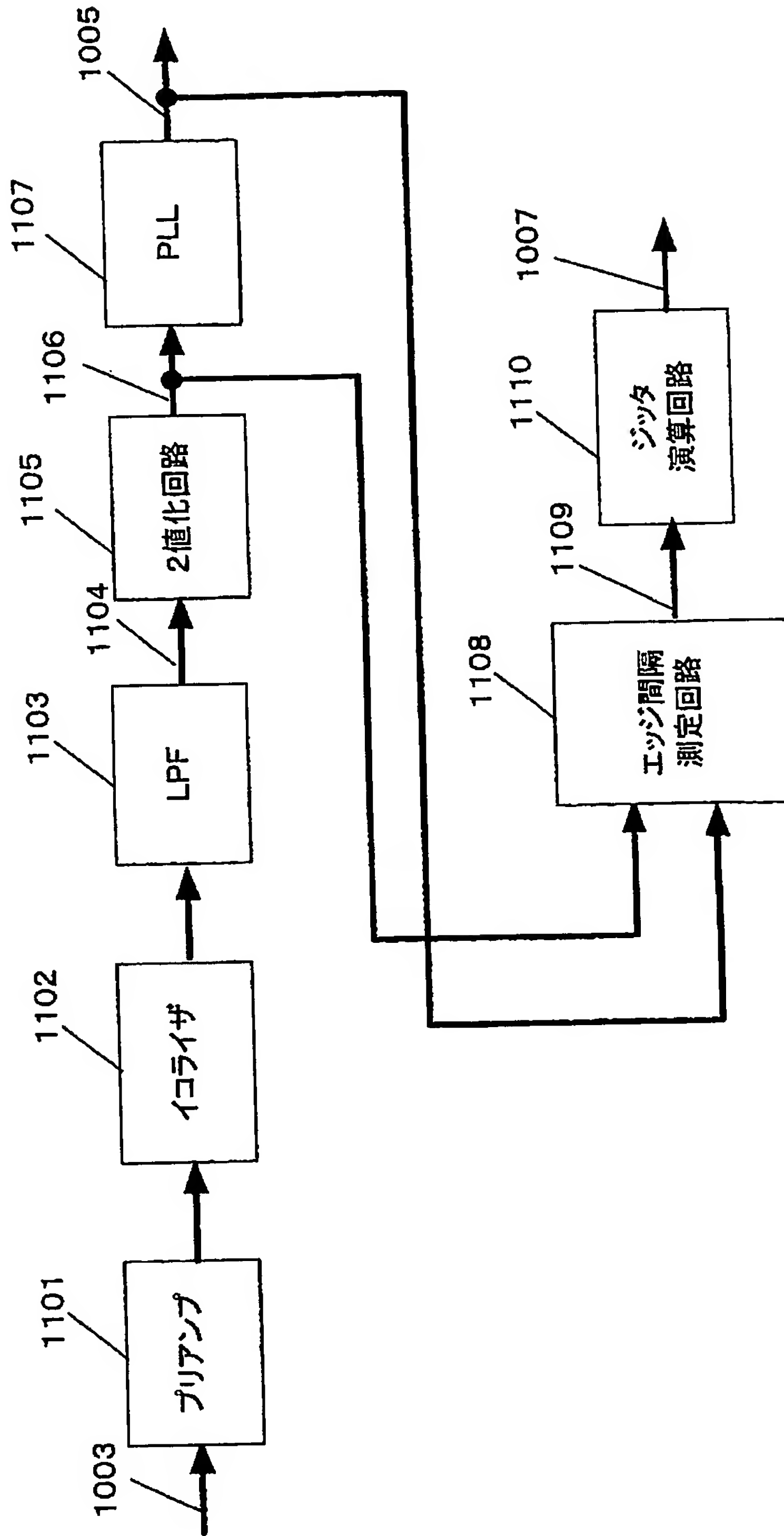
2T(1回目)

2T(2回目)

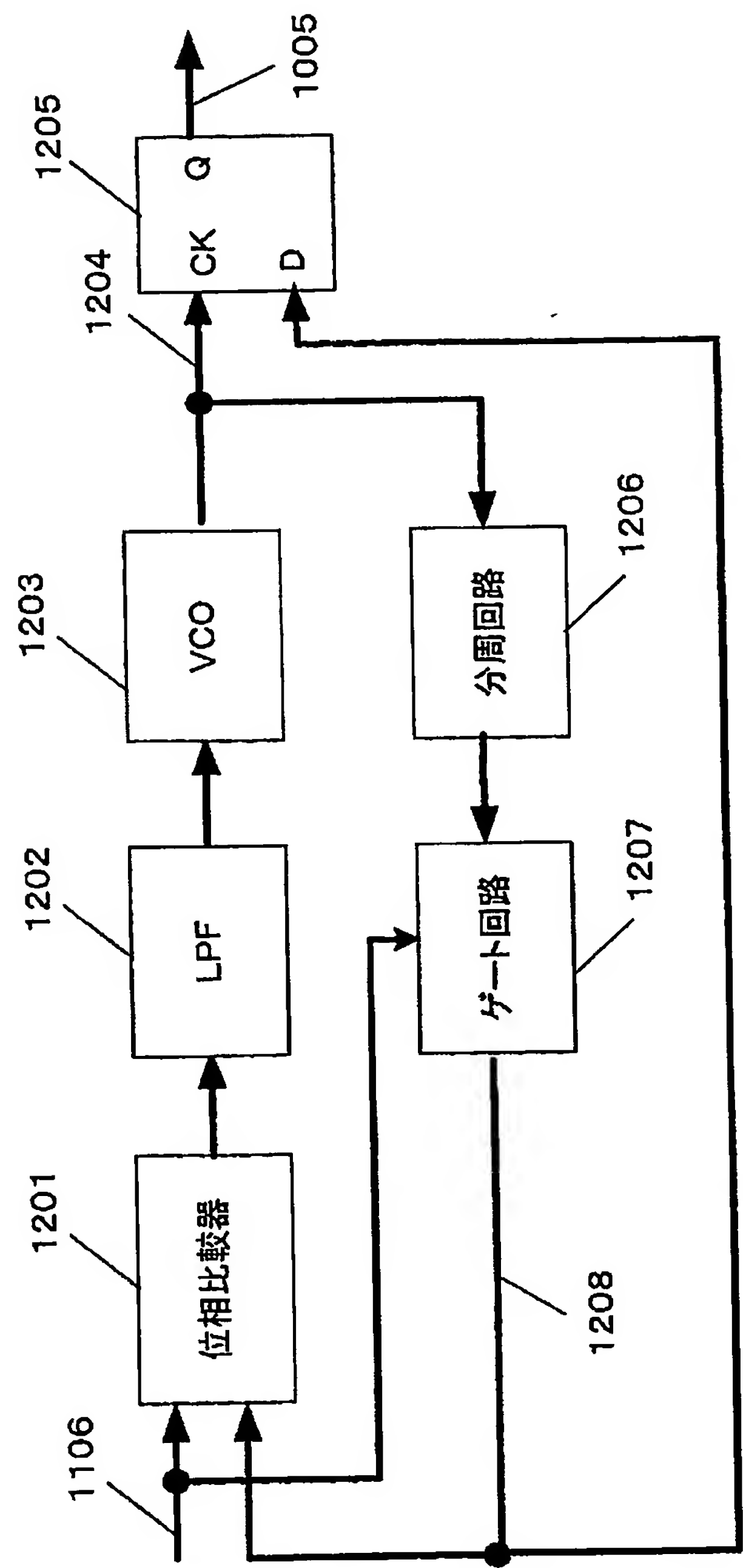
【図 10】



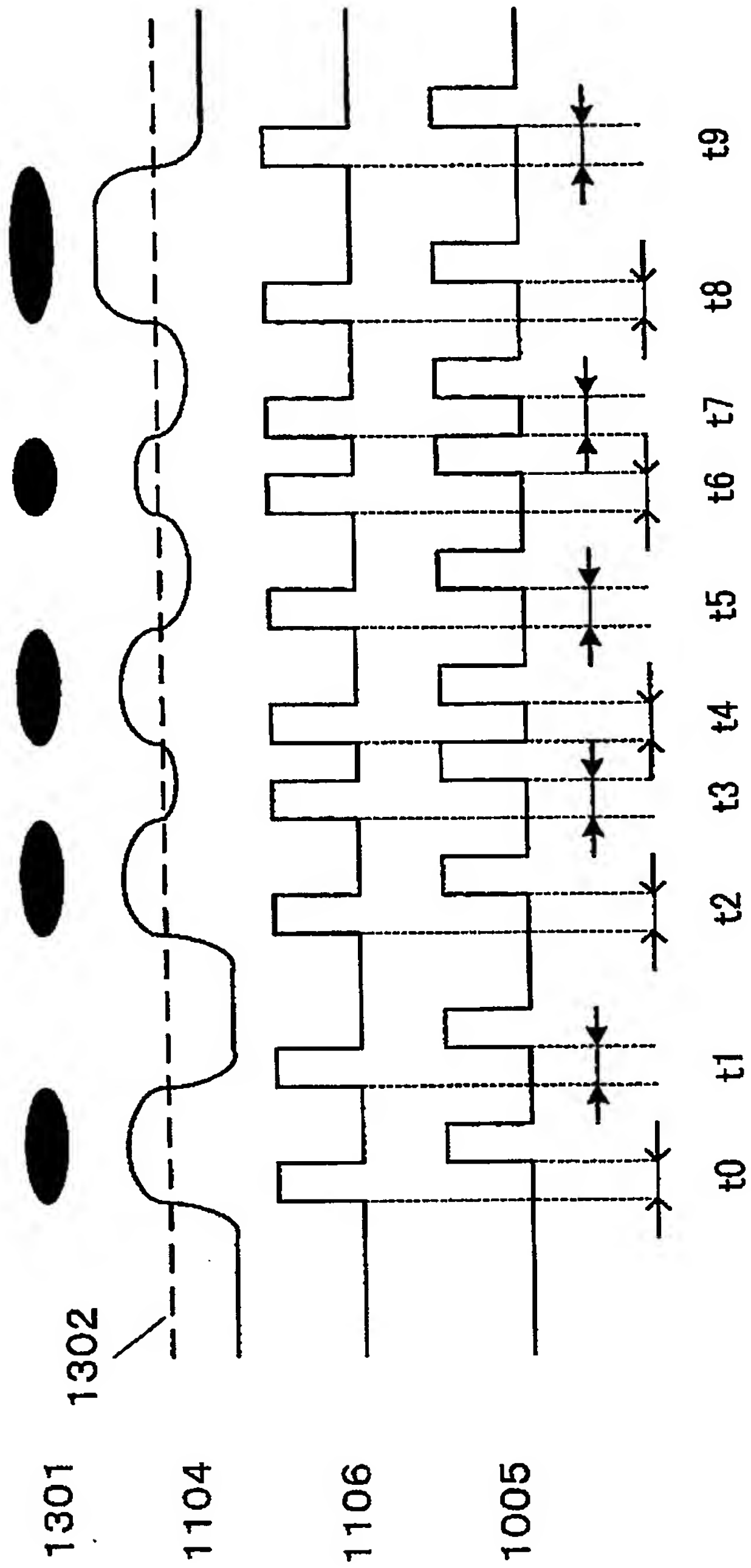
【図 11】



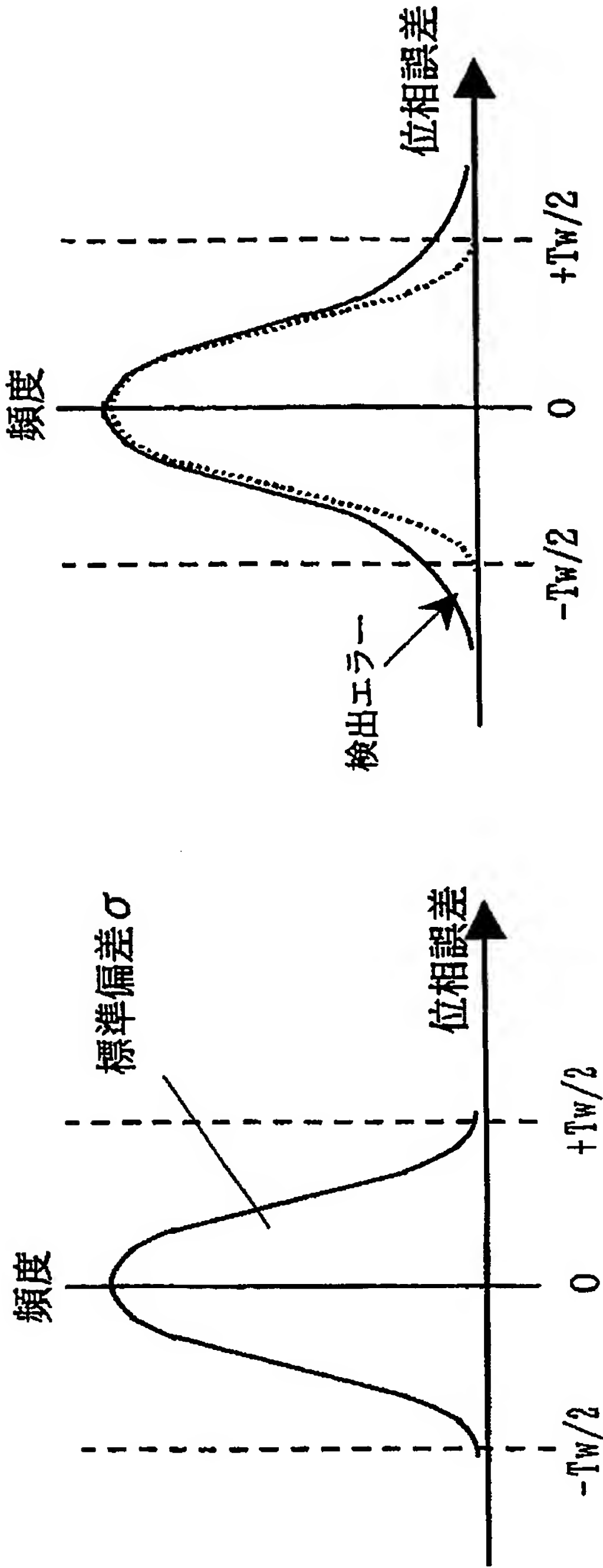
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



(a) エラーがない場合の分布

(b) エラーがある場合の分布

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 最短マーク長が従来よりも短い場合でも正しい記録を行うためのテスト記録方法を提供すること。

【解決手段】 A/D変換器 2 0 5 でサンプリングされた再生信号は、デジタルフィルタ 2 0 6 を介してビタビ復号器 2 0 7 に入力される。ビタビ復号器 2 0 7 は最尤復号を行い、2 値化データ 1 0 6 が出力される。デジタルフィルタ 2 0 6 から出力されたデータと、ビタビ復号器 2 0 7 から出力された 2 値化データが差分メトリック解析器 2 0 8 に入力され、2 値化データから状態遷移を判別し、判別結果と、デジタルフィルタ 2 0 6 から出力されたデータから復号結果の信頼性を示す P R M L 誤差指標 M を算出し、P R M L 誤差指標 M が最も小さい記録条件を以降の記録条件として決定する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 3 7 2 4 7 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/016238

International filing date: 01 November 2004 (01.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-372478
Filing date: 31 October 2003 (31.10.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 31 March 2005 (31.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse